

## Desulfurisasi Minyak Hasil Pirolisis Plastik Polipropilena Dengan Campuran Bentonit/Karbon Aktif Teraktivasi $H_3PO_4$

**Heriyanti<sup>\*1</sup>, Sutrisno<sup>2</sup>, Sri Febriani<sup>2</sup>, Debby Mutiara Ananda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi DIII Kimia Industri; <sup>2</sup>Program Studi Kimia, FST Unja, Jambi

e-mail: [\\*<sup>1</sup>heriyanti.unja@gmail.com](mailto:*<sup>1</sup>heriyanti.unja@gmail.com)

### ABSTRAK

*Sulfur merupakan salah satu komponen pengotor dalam bahan bakar cair. Keberadaan sulfur dalam bahan bakar cair merupakan salah satu penyumbang terjadinya pendamaran udara. Upaya peningkatan kualitas udara harus dimulai dari kualitas bahan bakar cair. Oleh karena itu, dibutuhkan metode untuk penghilangan sulfur dalam bahan bakar cair. Adsorpsi adalah metode yang umum digunakan pada proses pemurnian minyak. Bentonit dan karbon adalah adsorben yang biasanya menyerap zat warna dan pengotor pada minyak. Kemampuan bentonit dan karbon dapat ditingkatkan dengan aktivasi untuk memperbesar luas permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengadsorpsi minyak dari plastik PP untuk meningkatkan kualitasnya. Proses aktivasi karbon menggunakan akitivator  $H_3PO_4$ . Hasil adsorpsi menunjukkan terjadi pemucatan warna pada minyak dan kenaikan nilai kalor serta penurunan kadar surfur minyak. Kenaikan nilai kalor tertinggi terjadi pada minyak dari plastik PP bening yaitu sebesar 1,96% pada komposisi 60% bentonite dan 30% karbon aktif. Sedangkan nilai kandungan sulfur minyak mengalami penurunan, dengan penurunan terbesar terjadi pada minyak dari plastik PP warna yand diadsorpsi dengan komposisi bentonite dan karbon aktif 25% bentonite dan 75% karbon aktif, penurunan sebesar 0,14%.*

*Kata kunci: bentonite, karbon aktif,  $H_3PO_4$*

### PENDAHULUAN

Pada konversi limbah plastik menjadi minyak melalui proses pirolisis, minyak hasil perengkahan umumnya masih banyak mengandung pengotor-pengotor. Salah satu pengotor yang terkandung dalam minyak hasil pirolisis adalah sulfur. Sulfur menyebabkan pencemaran lingkungan jika hadir dalam bahan bakar cair. Oleh karena itu diperlukan untuk mengembangkan proses yang efisien dan terjangkau untuk desulfurisasi bahan bakar cair sehingga kualitas minyak yang dihasilkan menjadi lebih baik sekaligus mencegah terjadinya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sulfur. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan cara adsorpsi. Adsorpsi memegang peranan penting dalam kualitas hidrokarbon yang dihasilkan (Ermawati, 2011).

Bentonit adalah salah satu jenis tanah liat (clay) yang banyak terdapat di alam dan diketahui mempunyai daya pemucat (*bleaching earth*) dan dapat digunakan secara luas pada proses pemurnian minyak untuk menyerap

pengotor yang terdapat di dalam minyak mentah. Meskipun bentonit sangat berguna untuk adsorpsi, namun kemampuan untuk adsorpsinya terbatas (Cool et al., 1998). Material lain yang dapat digunakan untuk adsorpsi adalah karbon aktif. Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Penggabungan bentonite dan karbon aktif diharapkan akan menghasilkan adsorben yang lebih baik dibanding sifat awal kedua material tersebut dan meningkatkan kualitas minyak plastik yang akan diterapkan sebagai bahan bakar.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak hasil pirolisis plastik polipropilena (Sutrisno et al, 2016), bentonite local dari Provinsi Jambi, karbon dari cangkang kelapa sawit,  $H_3PO_4$ , dan bensin.

Alat-alat yang digunakan adalah seperangkat alat gelas, oven, *sulphur analyzer*, dan kalorimeter bom.

### **Prosedur**

Tahap penelitian terdiri dari dua tahap yaitu adalah preparasi adsorben (bentonite dan karbon aktif), dan adsorpsi minyak hasil pirolisis plastik PP dengan campuran bentonite dan karbon aktif dengan berbagai variasi komposisi.

**Preparasi Adsorben.** Preparasi bentonite dan karbon cangkang kelapa sawit dilakukan berdasarkan prosedur Nurhayati (2010), bentonit dikeringkan di bawah sinar matahari, kemudian dihancurkan dan dihaluskan dengan menggunakan *grinder*, setelah didapatkan bentonit dalam ukuran butiran selanjutnya diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh, dicuci dengan menggunakan aquades kemudian dioven  $110^{\circ}C$  selama 24 jam. Perlakuan yang sama untuk karbon dari cangkang sawit.

Aktivasi karbon aktif dilakukan menurut prosedur Sutrisno dan Yusnaidar (2007), karbon cangkang kelapa sawit yang telah halus kemudian dikeringkan kemudian dicampur dengan  $H_3PO_4$  dengan rasio perbandingan 2 : 1, setelah tercampur difurnance pada suhu  $450^{\circ}C$  selama 2 jam. Kemudian dicuci dengan aquades sampai pH 6-7, lalu dikeringkan pada suhu  $110^{\circ}C$  selama 2 jam.

Pencampuran bentonit dan karbon aktif dilakukan dengan menimbang sebanyak 10 gram campuran antara bentonit dan karbon cangkang kelapa

sawit. Variasi komposisi bentonite dan karbon aktif adalah 25% : 75% dan 70% : 30%. Perlakuan yang sama untuk karbon cangkang kelapa sawit.

**Adsorpsi Minyak Hasil Pirolisis.** Adsorpsi minyak hasil pirolisis plastik PP dilakukan menurut prosedur Aji dan Hidayat (2011) dengan berbagai modifikasi. Campuran bentonit dan karbon aktif pada berbagai komposisi yang telah halus ditimbang sebanyak  $\pm 10$  g dan dimasukkan ke dalam gelas kimia. Kemudian diberi sampel minyak plastik 20 ml, diaduk dan dipanaskan pada suhu 30°C dengan menggunakan stirer selama 2 jam. Minyak yang telah diaduk kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring, filtrat disimpan untuk dianalisis dengan menggunakan instrumen *sulphur analyzer*, dan kalorimeter bom.

## PEMBAHASAN

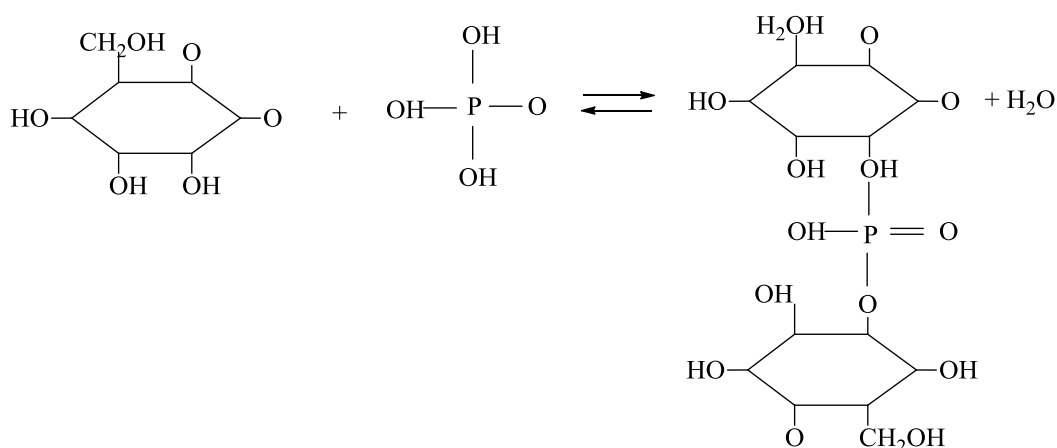
### Karakterisasi Adsorben

**Bentonit.** Preparasi bentonit bertujuan untuk mempersiapkan bentonit yang masih banyak mengandung pengotor agar lebih siap digunakan dalam proses selanjutnya. Bentonit yang dipanaskan pada suhu 100-200°C menyebabkan kehilangan air yang mengisi pori-pori bentonite (Nurhayati, 2010). Pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang terdapat dalam bentonit sedangkan pemanasan untuk menghilangkan kandungan air dan pengotor organik yang mudah menguap dan terikat dalam bentonit.

**Karbon Aktif.** Karbon dari cangkang kepala sawit dan karbon yang telah diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  berbentuk bongkahan dan berwarna hitam (Gambar 1). Secara makroskopis tidak terdapat perbedaan bentuk maupun warna karbon yang telah diaktivasi. Sebagai agen aktivator,  $H_3PO_4$  dapat menyerap kandungan mineral pada bahan yang akan dijadikan karbon aktif sehingga mencegah terbentuknya abu pada karbon aktif. Sebagai aktivator  $H_3PO_4$  bereaksi dengan arang yang sudah terbentuk kemudian membentuk mikropori pada permukaan arang. Mikropori pada permukaan berfungsi sebagai tempat berlangsungnya penyerapan. Hal ini semakin membuat permukaan penyerapan pada arang semakin luas (Esterlita dan Herlina, 2015). Mekanisme pengaktifan karbon dengan  $H_3PO_4$  disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 1.** Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit, (a) Sebelum aktivasi, (b) Setelah Aktivasi



**Gambar 2.** Mekanisme Pengaktifan Karbon dengan  $\text{H}_3\text{PO}_4$

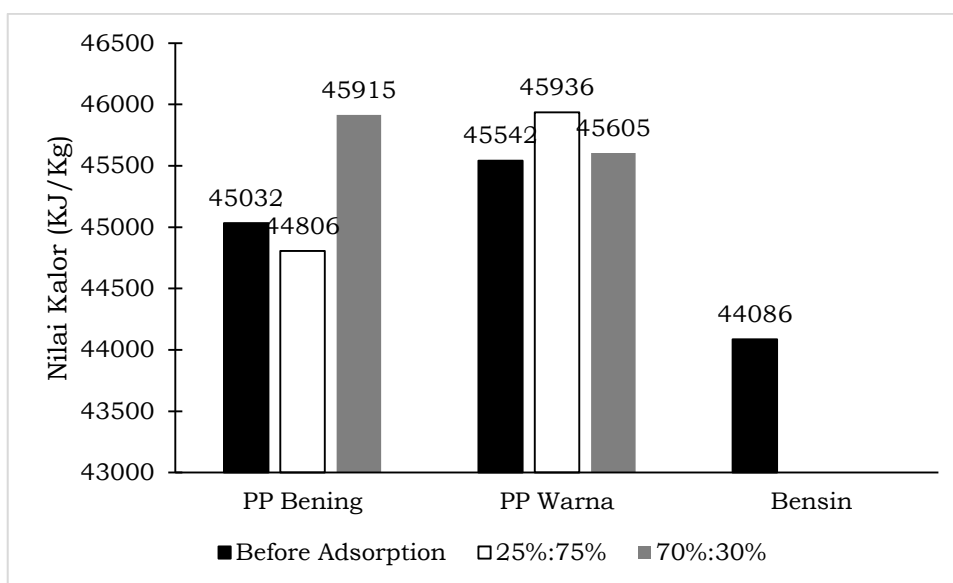
### Adsorpsi Minyak Hasil Pirolisis

Perubahan fisik (warna) hasil adsorpsi minyak dari plastik PP dan bensin sebagai pembanding ditunjukkan pada tabel 1. Dari tabel 1 diketahui terjadi perubahan warna pada minyak dari plastik PP dan bensin setelah diadsorpsi. Perubahan warna yang terjadi dikarenakan adanya pengaruh dari campuran bentonit alam dan karbon teraktivasi yang berperan sebagai bleaching. Menurut Miskah (2010) bleaching adalah proses pemucatan warna untuk mengurangi atau menghilangkan zat-zat warna yang terdapat dalam minyak, baik yang terlarut maupun yang terdispersi.

**Tabel 1.** Perubahan Warna Pada Minyak dari Plastik PP

Sampel	Warna	
	Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi
PP Bening	Kuning bening	Kuning bening jernih
PP Warna	Kuning kecoklatan	Kuning emas
Bensin	Kuning emas	Kuning bening jernih

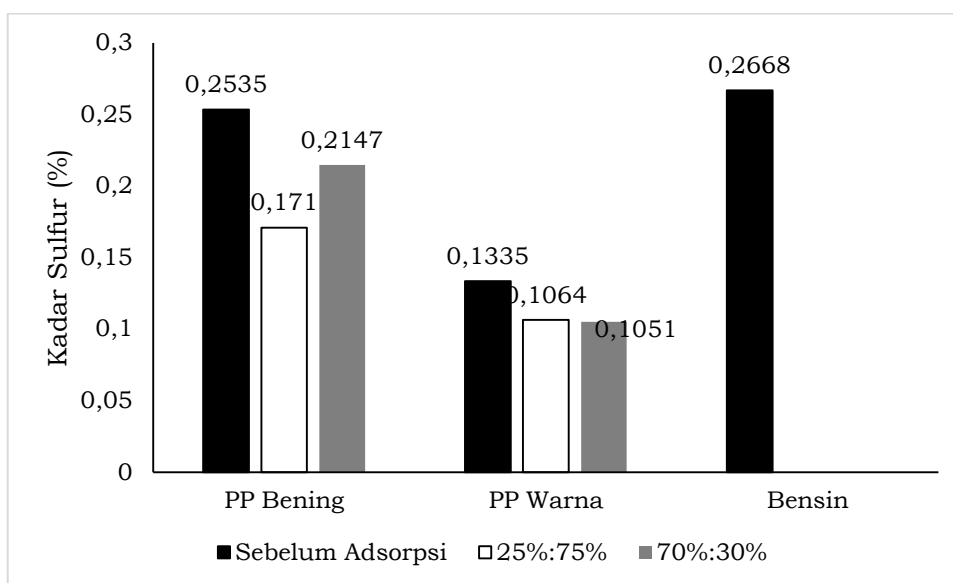
Hasil analisis nilai kalor minyak hasil pirolisis plastik PP dan bensin sebagai pembanding dapat dilihat pada gambar 2. Berdasarkan gambar 2, nilai kalor untuk kedua jenis minyak lebih besar dibandingkan bensin yaitu 45.032 KJ/Kg untuk PP Bening dan 45.542 KJ/Kg untuk PP warna. Hal ini menunjukkan bahwa plastik polipropilena berpotensi untuk dijadikan bahan bakar cair setara bensin. Didukung pula dengan hasil analisis minyak dengan GC/MS, dimana senyawa yang terkandung dalam minyak adalah senyawa dengan rantai karbon C8-C12 yang merupakan struktur dasar bensin (Sutrisno et al, 2016). Setelah adsorpsi, nilai kalor minyak mengalami kenaikan. Ini menandakan bahwa pemakaian bentonit alam karbon aktif yang bertindak sebagai adsorben mampu membantu peningkatan nilai kalor pada minyak dengan cara mengikat zat pengotor yang berada dalam minyak. Kenaikan nilai kalor tertinggi untuk minyak dari plastik PP bening terjadi pada komposisi adsorben 70% bentonite dan 30% karbon aktif, dengan kenaikan nilai kalor sebesar 1,96%. Sedangkan untuk PP warna, kenaikan tertinggi terjadi pada komposisi 25% bentonite dan 75% karbon aktif, dengan kenaikan sebesar 0,14%.



**Gambar 3.** Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis Plastik PP

Hasil analisis kandungan sulfur minyak dari plastik PP dan bensin sebagai pembanding menggunakan kalorimeter bom dapat dilihat pada gambar 4. Berdasarkan gambar 4, kadar sulfur dalam minyak dan bensin mengalami penurunan dengan persentase berbeda tiap variasi komposisi adsorben. Hal ini

mengindikasikan bahwa campuran bentonite dan karbon aktif mampu menurunkan kadar sulfur pada variabel uji yang disebabkan oleh karbon aktif dan Ca-bentonit yang memiliki kemampuan adsorpsi dan *bleaching* (pemucatan). Tujuan utama proses *bleaching* adalah menghilangkan warna dari minyak. Selain itu, pemucatan juga berperan dalam mengurangi komponen miror lainnya seperti warna, senyawa bersulfur dan logam berat.



**Gambar 4.** Kandungan Sulfur Minyak Hasil Pirolisis Plastik PP

Berdasarkan gambar 4, penurunan kadar sulfur terbesar pada minyak dari plastik PP bening sebesar 32,54% pada komposisi 25% bentonite dan 75% bentonite. Sedangkan pada minyak dari plastik PP warna penurunan terbesar pada komposisi 70% bentonite dan 30% karbon aktif, dengan penurunan sebesar 21,27%.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Adsorpsi minyak dari plastik PP menyebabkan terjadinya pemucatan warna pada minyak.
2. Nilai kalor minyak dari plastik PP meningkat setelah diadsorpsi dengan campuran bentonite dan karbon aktif. Kenaikan nilai kalor tertinggi untuk minyak dari plastik PP bening terjadi pada komposisi adsorben 70% bentonite dan 30% karbon aktif dan untuk PP warna pada komposisi 25%

bentonite dan 75% karbon aktif, dengan peningkatan berturut-turut sebesar 1,96% dan 0,14%.

3. Adsorpsi minyak dari plastik PP menyebabkan penurunan kadar sulfur pada minyak. Penurunan kadar sulfur terbesar terjadi pada minyak dari plastik PP warna yang diadsorpsi dengan campuran 55% bentonite dan 45% karbon aktif yaitu 23,52%.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi yang telah memfasilitasi analisis nilai kalor dan kadar sulfur.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aji, D.W. dan Hidayat, M.N. 2011. Optimasi Pencampuran Carbon dan Bentonit Sebagai Adsorben Dalam Penurunan Kadar FFA (Free Fatty Acid) Minyak Bekas Melalui Proses Adsorpsi. Universitas Diponegoro: Semarang. 1-5.
- Cool, P. and E.F. Vansant, 1988. Pillared clays: preparation, characterization and applications. *Molecular Sieves*, vol. 1, 2001, pp. 265-288,
- Ermawati, R. 2011. Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Riset Industri*. 3: 257-263.
- Esterlita, M.O. dan N. Herlina, Pengaruh penambahan aktivator  $ZnCl_2$ , KOH, dan  $H_3PO_4$  dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah aren (*Arenga pinnata*), *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 4, No. 1, March 2015.
- Miskah, S. 2010. Pemanfaatan Batu Apung (Pumice) Sebagai Bahan Pemucat Crude Palm Oil. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Nurhayati, H. 2010. Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. Skripsi. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Sutrino, Heriyanti, Restina Bemis, 2016, Karakterisasi minyak dari sampah plastik polipropilena dan pemanfaatannya sebagai bahan bakar cair, *Prosiding SEMIRATA Bidang MIPA 2016*, BKS-PTN Barat, Palembang. ISBN: 978-602-71798-1-3
- Sutrisno dan Yusnaidar. 2007. Characterization and Kinetic Adsorption Of The Different Sources Activated Carbon For Liquid-Phase Adsorption. *J. Sains MIPA*, ISSN 1978-1873. 3: 152-158.